

レポート課題（4月19日分）

1-1. 星間物質のそれぞれの相(HIM, WNM, WIM, CNM,MC)の圧力を見積もれ。圧力平衡にあるのはどれとどれか？平衡より圧力の大きい相が存在するのはなぜか？

1-2. 赤外禁制線の強度は、密度が臨界密度より低いときは密度の2乗に比例し、密度が高くなると1乗に比例する。この理由を簡単に説明せよ。

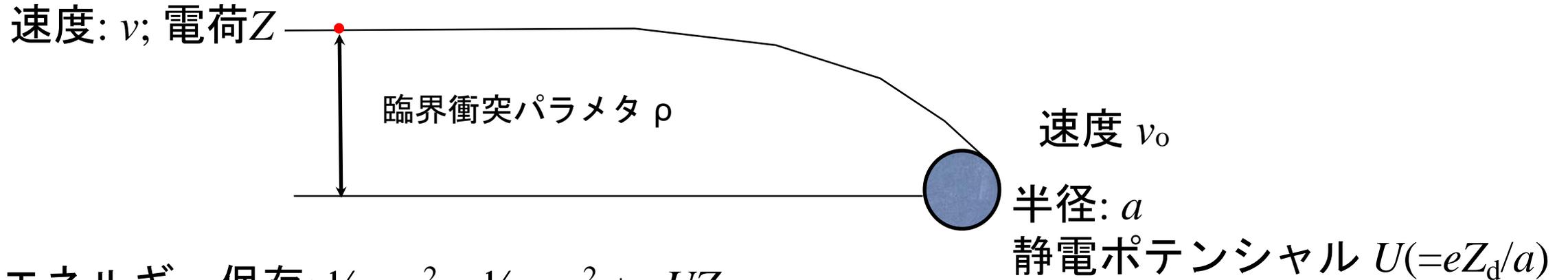
1-3. 1. [NII]205 μm (3P_1 - 3P_0)と[NII]122 μm (3P_2 - 3P_1)の輝線比は低密度・高密度極限でそれぞれいくつになるか見積もれ。自発遷移の確率は

$$A(^3P_1-^3P_0)=2.1 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}, A(^3P_2-^3P_1)=7.5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

衝突励起の係数は

$^3P_0 \rightarrow ^3P_1$ が0.41, $^3P_0 \rightarrow ^3P_2$ は0.27, $^3P_1 \rightarrow ^3P_2$ は1.12(単位は任意)とせよ。温度は10000Kとする。

1-4. 光電加熱の効率が Charging Parameter $G_0 T^{0.5}/n_e$ に依存する理由を述べよ



エネルギー保存: $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v_0^2 + e U Z$

角運動量保存: $m v \rho = m a v_0$

衝突断面積: $\pi \rho^2 =$

$Z=-1$ 、速度をMaxwell分布として積分すると $\pi \rho^2 =$

電荷の平衡 (電子の再結合=光電効果)

$$n_e v \pi \rho^2 =$$

$$e U / k T \gg 1 \text{ ならば } U \propto$$

断面積減光 C_{ext} はダストを構成する物質の光学物性にも依存

屈折率複素 $m = n + ik$

複素誘電率 $\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$

$$\varepsilon = m^2 \rightarrow \begin{cases} \varepsilon_1 = n^2 - k^2 \\ \varepsilon_2 = 2nk \end{cases}$$

レポート課題
 $\varepsilon = m^2$ を示せ

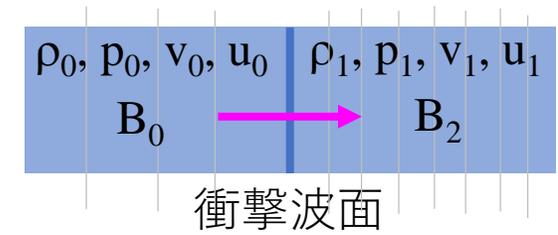
レポート課題

1. 講義では真空中に微粒子が存在すると仮定し、Rayleigh近似の解を求めた。
一般に誘電率 ϵ_m の媒質中に微粒子がある場合は、誘電率 ϵ を相対誘電率 ϵ / ϵ_m と読み替
えればよい。誘電率 $\epsilon_m = 2$ の媒質中に真空中に対して誘電率 ϵ の球形の微粒子がある場合、真空中では $\text{Re}(\epsilon) = -2$ に見られる微粒子効果による共鳴は $\text{Re}(\epsilon)$ でどこに現れるか？
振動子モデルで与えられる吸収バンドがあった場合、真空中と比較して、長/短波長のどちらに共鳴波長は移動するか？
2. 距離2kpcにある天体の温度20Kのダストからの赤外放射が波長 $100 \mu\text{m}$ で2Jyで受かった。 $100 \mu\text{m}$ でのダスト質量吸収係数を $40 \text{cm}^2/\text{g}$ として、この天体のダスト質量を見積もれ。但し $1 \text{Jy} = 10^{-26} \text{Wm}^{-2}\text{Hz}^{-1}$ である。
3. (1) $A(\lambda) \propto 1/\lambda$ とした場合、 R_V はいくつになるか？
(2) また $A(\lambda) \propto 1/\lambda^\beta$ として、 $R_V = 3$ になる β を求めよ
ただし、V, Bバンドの波長はそれぞれ、547nm, 440.5nmとする。
4. 星間塵は、主にC, O, Si, Mg, Feからできているとして、太陽組成 (Asplund et al. 2009) の値とDepletionの観測から推定される水素と星間塵の質量比(ガス・ダスト比)を求めよ。
5. Weingartner & Draine (2001)の減光係数を用いて星のスペクトル(黒体輻射で良い)を減光してみよう。

レポート課題

1. 星間分子雲における中性分子とH₂分子のcollision timescale（衝突後、次に衝突するまでの時間）を求めよ。衝突断面積は幾何学断面積としてよい。
2. H₃⁺の数密度が分子雲、diffuse cloud それぞれにおいて、ガス(H₂)の数密度によらず一定となることを示せ。ただし、分子雲では $n(\text{CO})/n(\text{H}_2)=10^{-4}$, diffuse clouds では $n(e)/n(\text{H}_2)=10^{-4}$ とする。
3. 放射性結合の反応速度係数が $10^{-17}\text{cm}^3\text{s}^{-1}$ 程度になることを示せ。
4. 星間分子雲でのH₂Oの昇華温度（気相と固相に50%ずつ存在する温度）を求めよ。

Jumpの条件: Rankine-Hugoniot relations



$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{(\gamma - 1)\rho_0 - (\gamma + 1)\rho_1}{(\gamma - 1)\rho_1 - (\gamma + 1)\rho_0} = \frac{2\gamma}{\gamma + 1} M^2 - \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1}$$

$$\frac{\rho_1}{\rho_0} = \frac{(\gamma - 1)P_0 + (\gamma + 1)P_1}{(\gamma - 1)P_1 + (\gamma + 1)P_0} \quad \rightarrow \quad \frac{\rho_0}{\rho_1} = \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} + \frac{2}{\gamma + 1} \frac{1}{M^2}$$

課題：
これらの式を導出せよ